



Session 'Parachute' :

dispositifs ambulatoires de détection des chutes et d'analyse de la marche

« La station debout et la marche bipède humaine résultent d'un alignement ostéo-articulaire harmonieux qui se maintient dans le mouvement grâce à une commande neurologique automatique, réflexe, modulée, volontaire, acquise par un apprentissage dans l'enfance (contrairement à beaucoup d'autres mammifères) et qui s'accompagne d'ailleurs de nombreuses chutes à cet âge.

Ainsi, l'équilibre peut-il être défini comme « la stabilité dans le mouvement ».

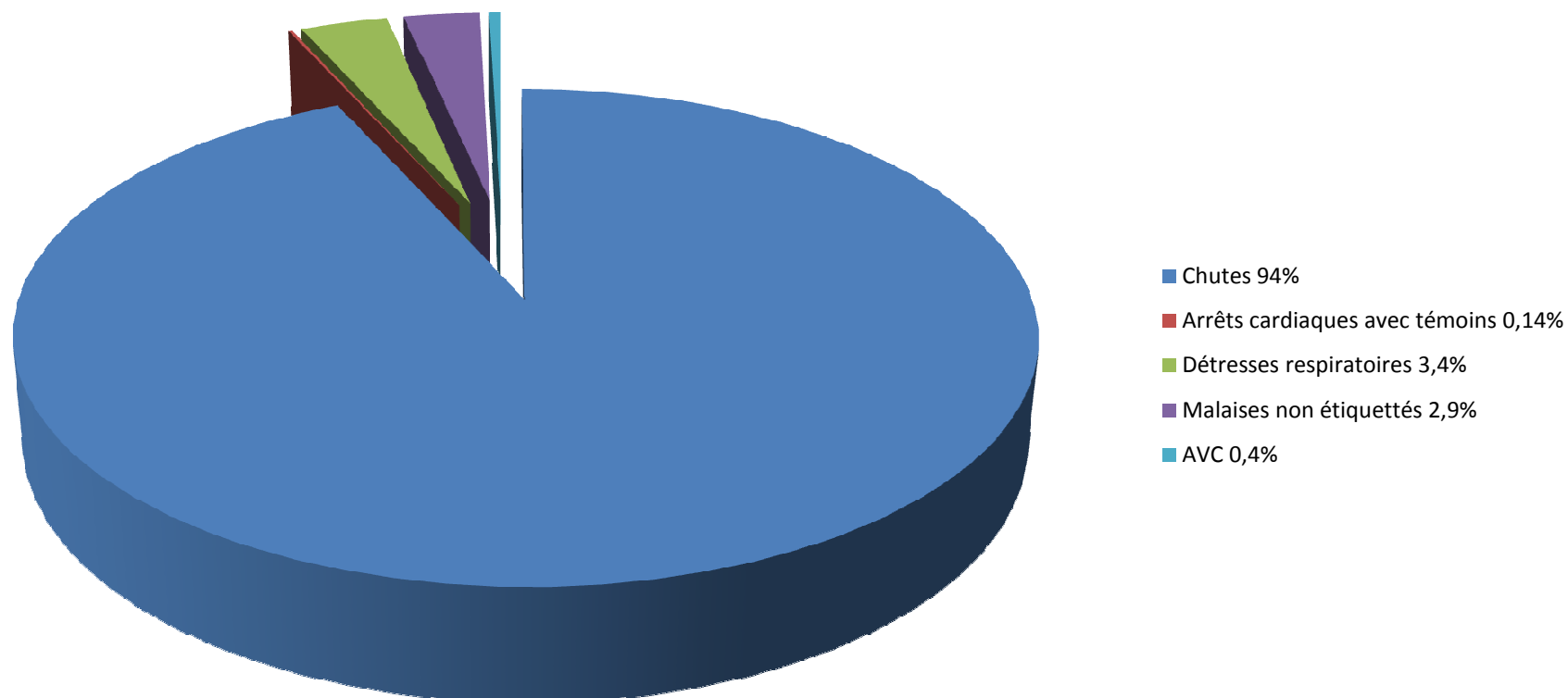
La perte de cette fonction, progressive ou soudaine, fortuite ou accidentelle définit la chute, favorisée par le vieillissement. »

Jean Dubousset (Paris), Bernard Lechevalier (Caen), Annie Barois (Paris), Jean-Pierre Michel (Genève), Jean-Pierre Farcy (New-york), François Legent (Nantes), Régis Gonthier (St Etienne), Charles-Joël Menkes (Paris), Patrice Tran Ba Huy (Paris), Alain Privat (Montpellier).

Académie Nationale de Médecine – 03/06/2014



Causes des interventions à domicile (France)

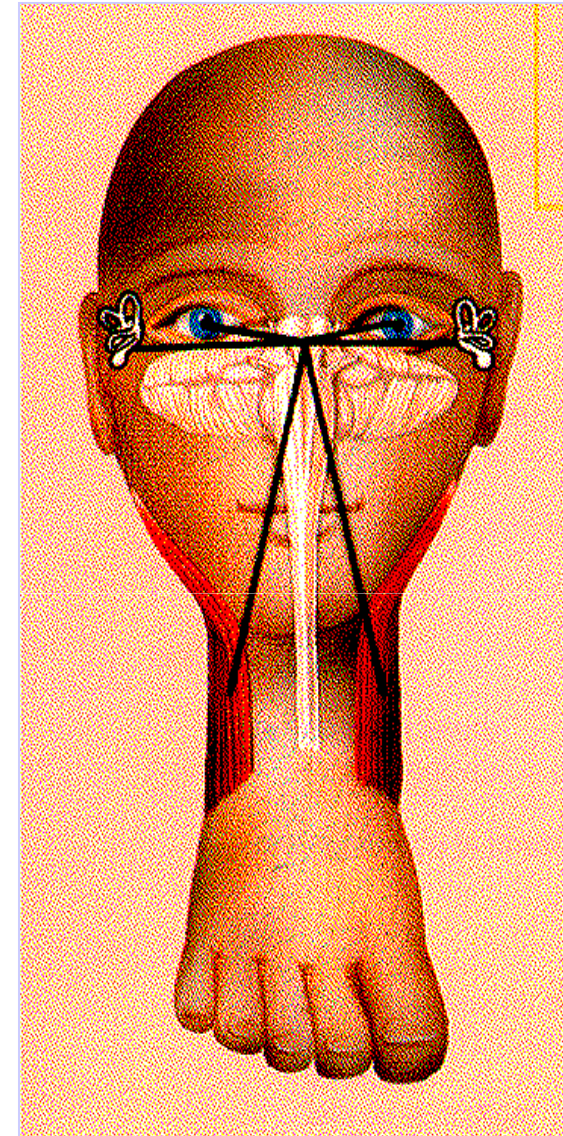


NB: 80% des chutes surviennent au domicile
Personnes > 65 ans :
400.000 chutes / an entraînant 12.000 décès

Causes des chutes



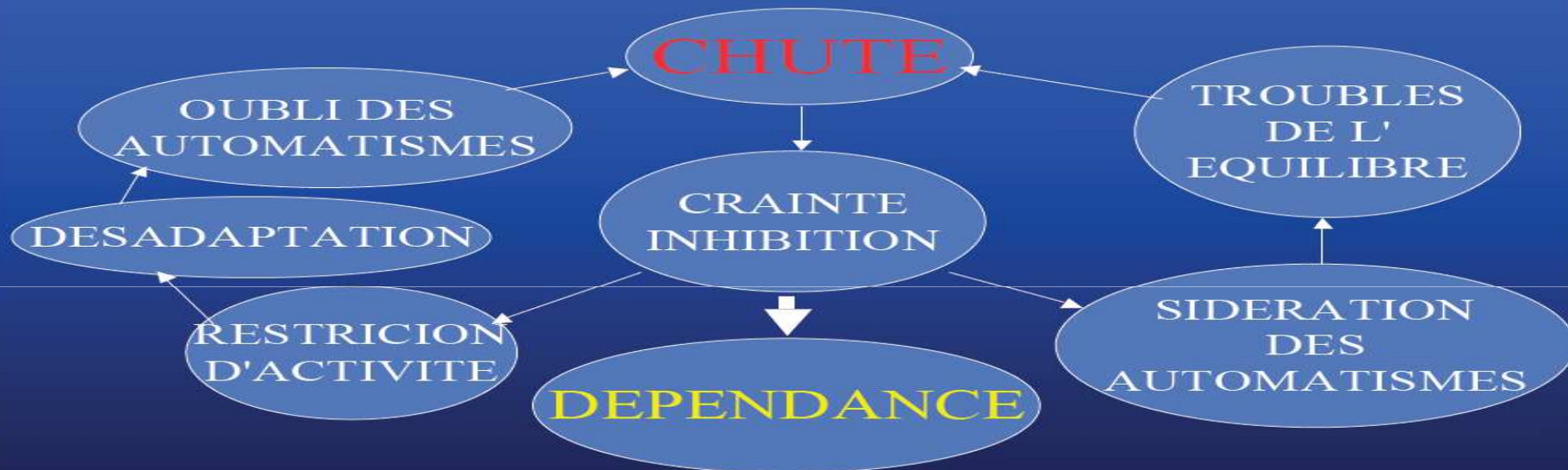
- Facteurs de risque :
 - sensoriels
 - musculaires
 - neurologiques
 - psychiques
- Facteurs précipitants intrinsèques (pathologies) :
 - cardiaques (infarctus – trouble du rythme)
 - vasculaires (hypotension orthostatique)
 - neurologiques (Parkinson, épilepsie)
 - métaboliques (diabète, hyponatrémie)
 - infectieuses
- Facteurs précipitants extrinsèques (environnement) :
 - habillement
 - mobilier
 - obstacle au sol (tapis), escalier
 - éclairage inadapté
 - locaux inadaptés (salle d'eau & toilettes)
 - transferts déséquilibrants



Conséquences des chutes



La Chute Appelle la Chute



(Vinciane Pardessus - Service de Médecine physique et réadaptation - Hôpital gériatrique les Bateliers - CHU LILLE – 01/2008)

- Risque de chute x20 après une chute
- 1/3 des chutes entraînent une fracture, dont 1/12 est une fracture du col du fémur
- 40% des personnes âgées hospitalisées pour une chute finissent en institution
- La chute est la 1^{ère} cause de décès après 65 ans



- Voyant de tranquillisation (rouge)

Multi sensorielle

Munie de capteurs d'une technologie exclusive, la montre collecte en permanence des mesures physiques sur la personne équipée ainsi que sur son environnement :

- Température cutanée
- Hypothermie ambiante
- Conductibilité de la peau
- Mouvements (y compris les micros mouvements)

Interactif

La montre multifonction Vivago® permet de déclencher des alarmes volontaires si besoin et transmet en continu des informations au système qui peut en cas de nécessité déclencher des alarmes automatiques.

Personnalisable

Le paramétrage des fonctions est entièrement personnalisable à l'individu et aux règles de fonctionnement et de sécurité de chaque établissement.

$$\vec{F}_Y = -m\vec{\gamma}$$

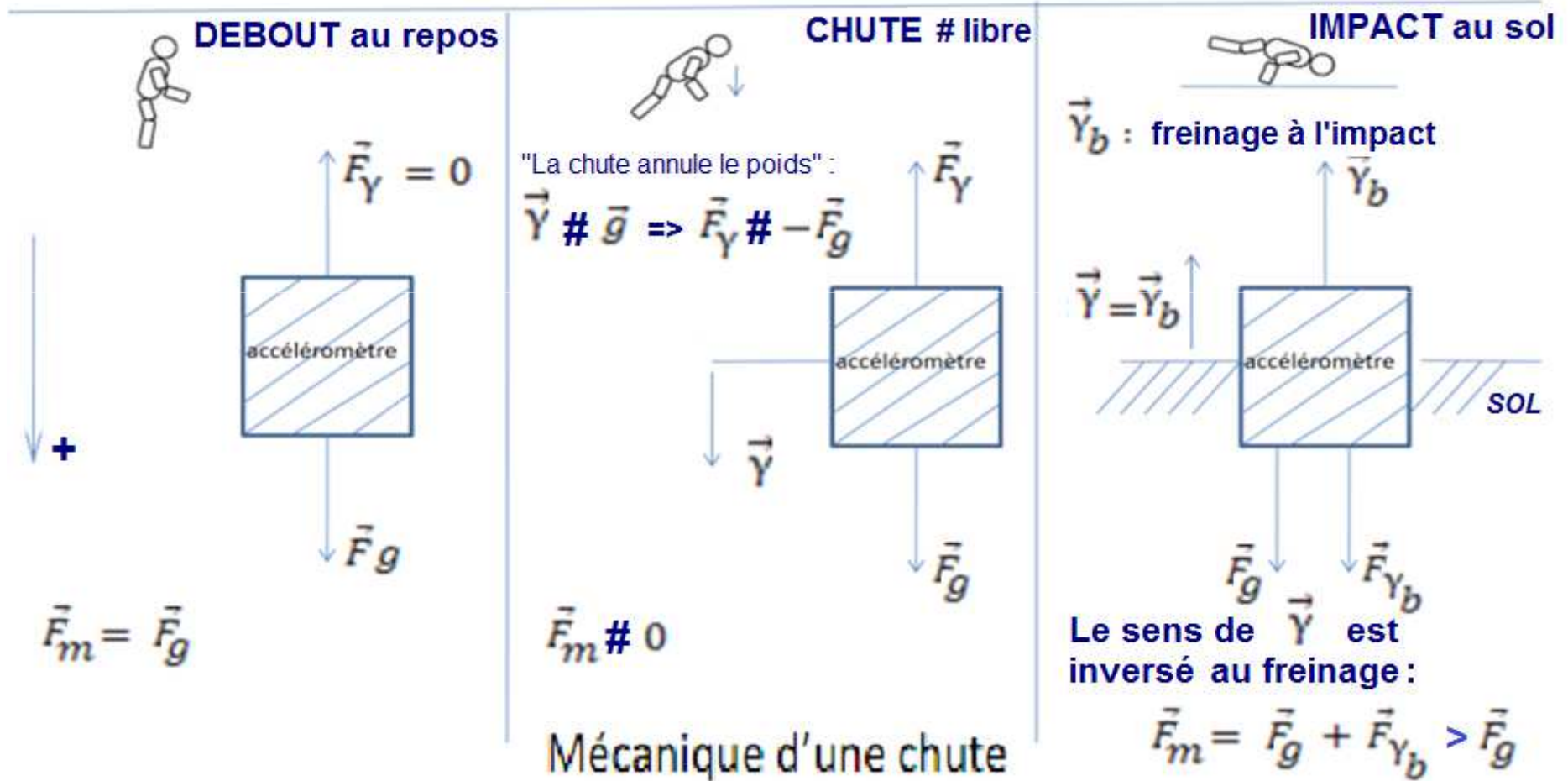
\vec{F}_Y : force inertielle

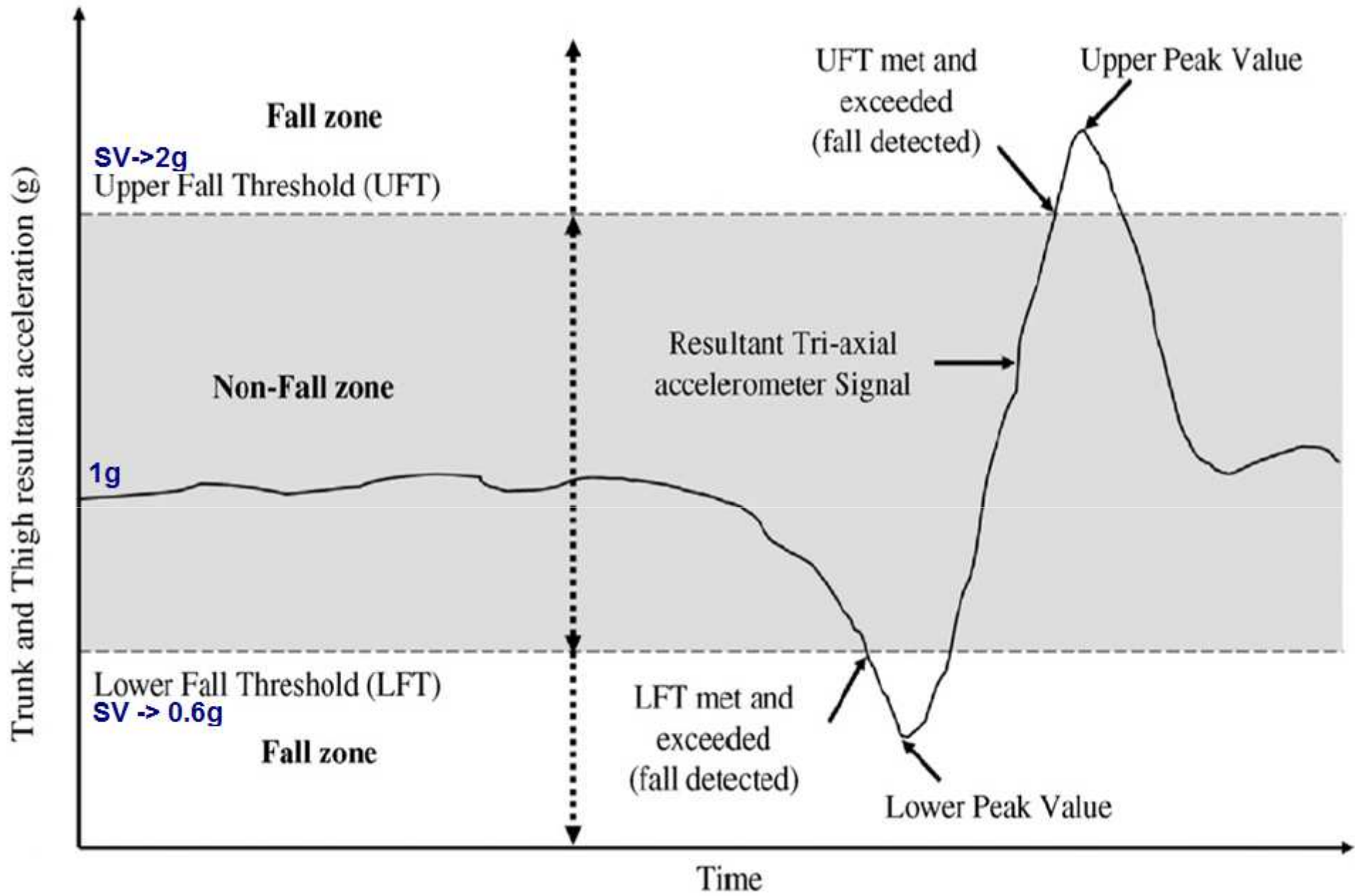
$$\vec{F}_g = m\vec{g}$$

\vec{g} : pesanteur

$$\vec{F}_m = \vec{F}_g + \vec{F}_Y = \vec{F}_g - m\vec{\gamma}$$

\vec{F}_m : force ressentie par l'accéléromètre





(11)

Sensibilité (%) de détection

(n = nombre de chutes effectuées, module du vecteur accélération) [2]



	n	IMPACT + POSTURE				START OF FALL + IMPACT + POSTURE		START OF FALL + VELOCITY + IMPACT + POSTURE	
		SV _{TOT}	SV _D	SV _{MaxMin}	Z ₂	SV _{TOT}	Z ₂	SV _{TOT}	Z ₂
Waist									
F	21	100	95	100	100	100	100	71	71
B	21	90	62	76	90	86	86	71	71
L	17	100	82	94	100	100	100	88	88
All	59	97	80	90	97	95	95	76	76
Head									
F	15	100	100	100	100	93	93	47	47
B	21	100	100	100	95	81	81	43	43
L	20	95	95	95	95	85	85	50	50
All	56	98	98	98	97	86	86	47	47
Wrist^d									
F	22	73	59	73	73	-	73	-	41
B	19	63	63	58	84	-	68	-	47
L	17	29	6	12	53	-	41	-	24
All	57	55	36	50	71	-	64	-	37

F = forward, B = backward, L = lateral. ^d Posture detection not included.



Une interopérabilité optimale !

Le bracelet intègre un transmetteur radio conçu pour s'intégrer dans les réseaux radio SERENITY®. Avant l'envoi de l'alarme "détection de chute", un vibreur se déclenche.

Durant la vibration, l'alarme peut être annulée par un mouvement ample du bras, évitant ainsi d'éventuelles fausses alarmes.

AVANTAGES CLIENTS

Déclencheur de nouvelle génération

- Longue autonomie
- Surveillance permanente
- Technologie fiable et testée

Innover pour protéger

- Diagnostic automatique des chutes
- Diminution des fausses alarmes
- Fort taux de détection
- Vibreur intégré (levée de doute)



Analyse accélérométrique 3D de la démarche

Functionality of the DynaPort MoveMonitor



MOVEMONITOR

Hardware:

DynaPort

Software:

Dyrector

Modules:

Physical Activity

Fall Detection

Energy Expenditure

Sleep Movements

PA Recommendations



mcreoberts moving technology

TELECOM
SudParis



Ceinture GEOTONOME



Géolocalisation en temps réel 24h/24 et 7j/7

GPS Europe + GSM

Détection de chute

Accéléromètre, détecteur de mouvements 3D, analyse de la position du corps.
Base RF domestique.

Alerte de chute si accélération soudaine d'une certaine intensité (réglable) suivie d'une perte de verticalité prolongée.

Envoi au choix par email, SMS, alerte sonore sur l'interface MyGETONOME, alerte vers Smartphone ou alerte vocale vers téléphone fixe. Option de télésurveillance centralisée BAZILE Télésanté.

Alerte sortie de domicile + sortie de zone

Zone domicile : rayon de 250m autour de la base RF.

Alerte ceinture enlevée

Autonomie 2 semaines à domicile

La fonction GPS + GSM n'est activée qu'au-delà de la zone de domicile, l'autonomie est alors de 18h.

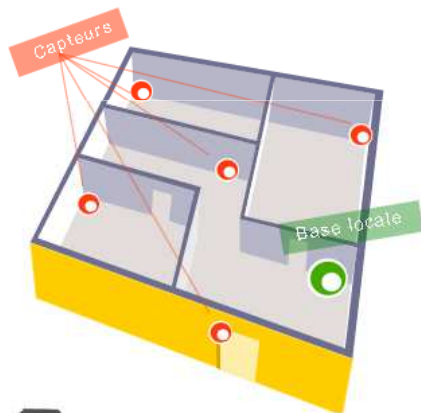
Recharge en 2h.





Salveo

un système intelligent de suivi et de téléassistance de personnes âgées ou handicapées vivant seules à domicile.



Appel aidants, famille, plateau médicalisé



La solution SALVEO Assistance permet à la personne âgée ou handicapée de vivre en sécurité à domicile le plus longtemps possible.

- Le système est conçu pour détecter et analyser certaines actions de façon à pouvoir déclencher automatiquement et transmettre des alertes en cas de situations critiques ou anormales,
- limite les conséquences des chutes,
- rassure la personne ainsi que son entourage,
- aide les référents dans leurs tâches d'assistance,
- fournit des informations utiles sur le plan médical.
- renforce le suivi après un retour d'hospitalisation.

Le système SALVEO Assistance se compose d'un réseau de capteurs sans fil et d'une simple base locale.

Les 4 capteurs de mouvement analysent 24h/24 les déplacements de la personne permettant de détecter une éventuelle chute ou une dégradation de son état de santé.

Le contact d'ouverture de porte a pour fonction de détecter quand la personne s'absente de son domicile.

Le capteur de température permet de s'assurer que la température de l'habitation n'est pas trop élevée ou que le chauffage n'est pas en panne.

La base de transmission intègre les données issues des capteurs et les transmet au serveur central par une simple connexion téléphonique ou ADSL.

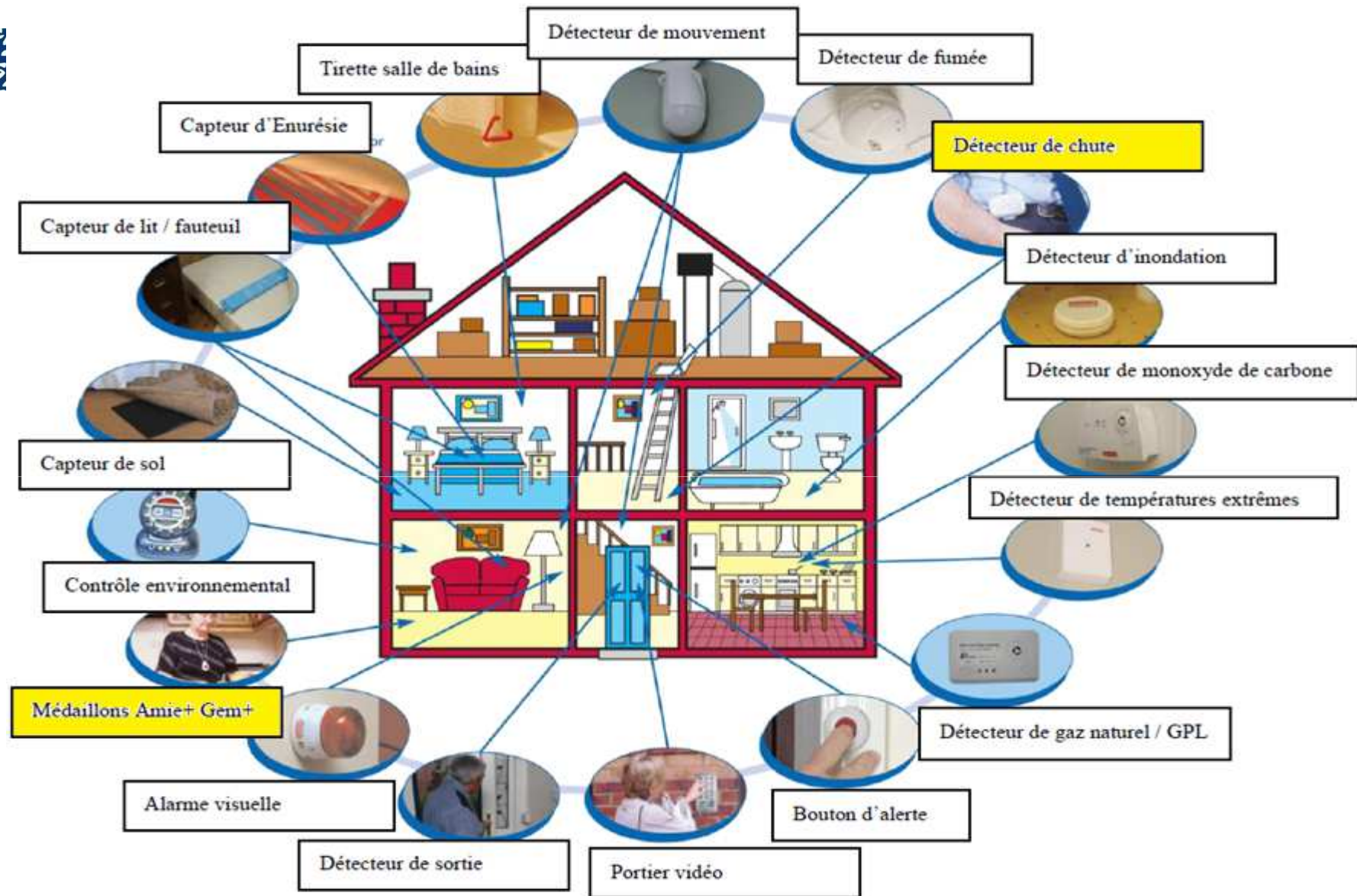
Sur le serveur central, un système expert analyse les données concernant les activités journalières de la personne.

Si une situation anormale est détectée, une alerte est envoyée à une opératrice d'un plateau médicalisé, à un membre de la famille ou du corps médical...

Quelques exemples de situations prises en compte :

- > Chute.
- > Non-réveil.
- > Absence anormale de mouvement.
- > Températures anormales à l'intérieur de l'habitat.
- > Troubles du sommeil.
- > Baisse du taux de mobilité de la personne.
- > Utilisation anormale de la cuisine et des toilettes.

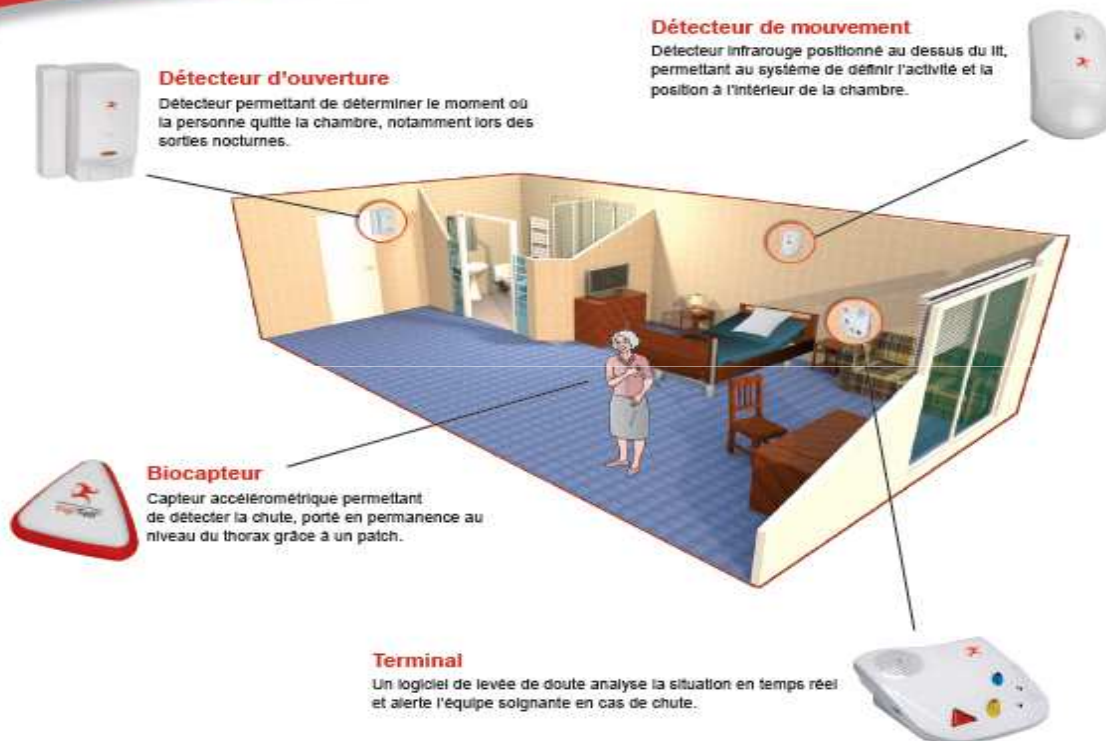
Tunstall-Biotel



Vigilio : Vigi'Fall



La solution Vigi'Fall® pour EHPAD



Principe de fonctionnement

Le dispositif Vigi'Fall® détermine non seulement les situations de chute grâce au biocapteur mais aussi la localisation de la personne par l'intermédiaire du détecteur de mouvement. Dès que le dispositif détecte un danger, le terminal envoie automatiquement une alerte à l'équipe soignante, ce qui permet une intervention immédiate. Cette rapidité d'intervention permet alors d'éviter les complications liées à l'immobilisation prolongée chez le patient.

Solution de supervision à forte valeur ajoutée



Monitoring et supervision

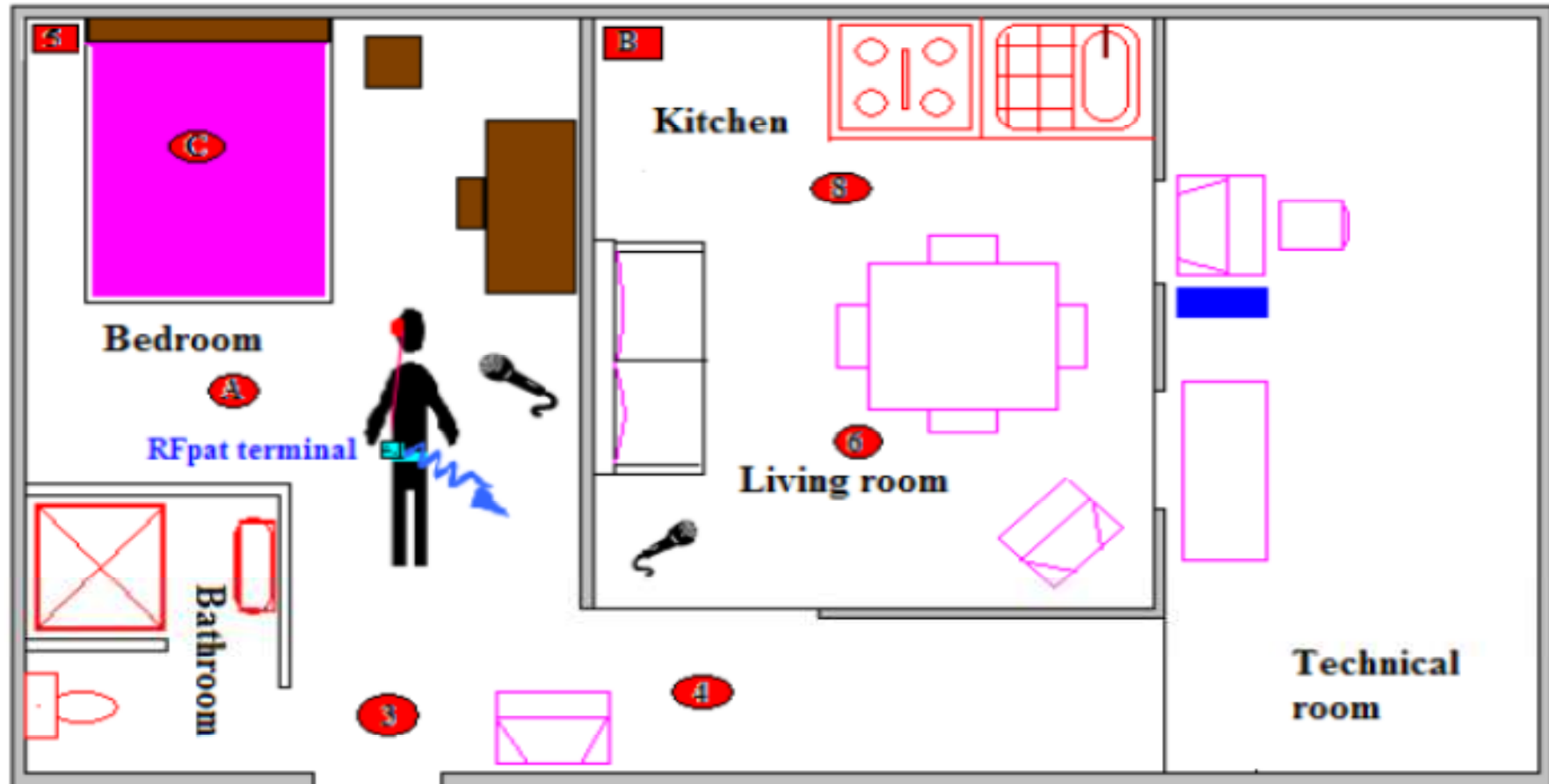
Répondant à l'important besoin de sécurité des EHPAD, Vigilio a développé en partenariat avec la société iTLigent la solution AgiliSense de monitoring et de supervision des chutes à partir des informations issues du détecteur automatique Vigi'Fall®.







Les données sont accessibles grâce à un portail dédié connecté au réseau intranet de l'EHPAD. Les données concernant la date, l'heure et le lieu de chaque chute sont ainsi présentées sous forme de listes, de courbes et d'histogrammes.

Ces différentes analyses sont consultables à tout moment par les personnes habilitées.

Cette solution est également pourvue d'un système de rapport mensuel automatisé qui permet de visualiser les événements les plus pertinents, ce qui permet d'établir un plan d'action efficace.

Plateforme & Système de Télévigilance à TSP

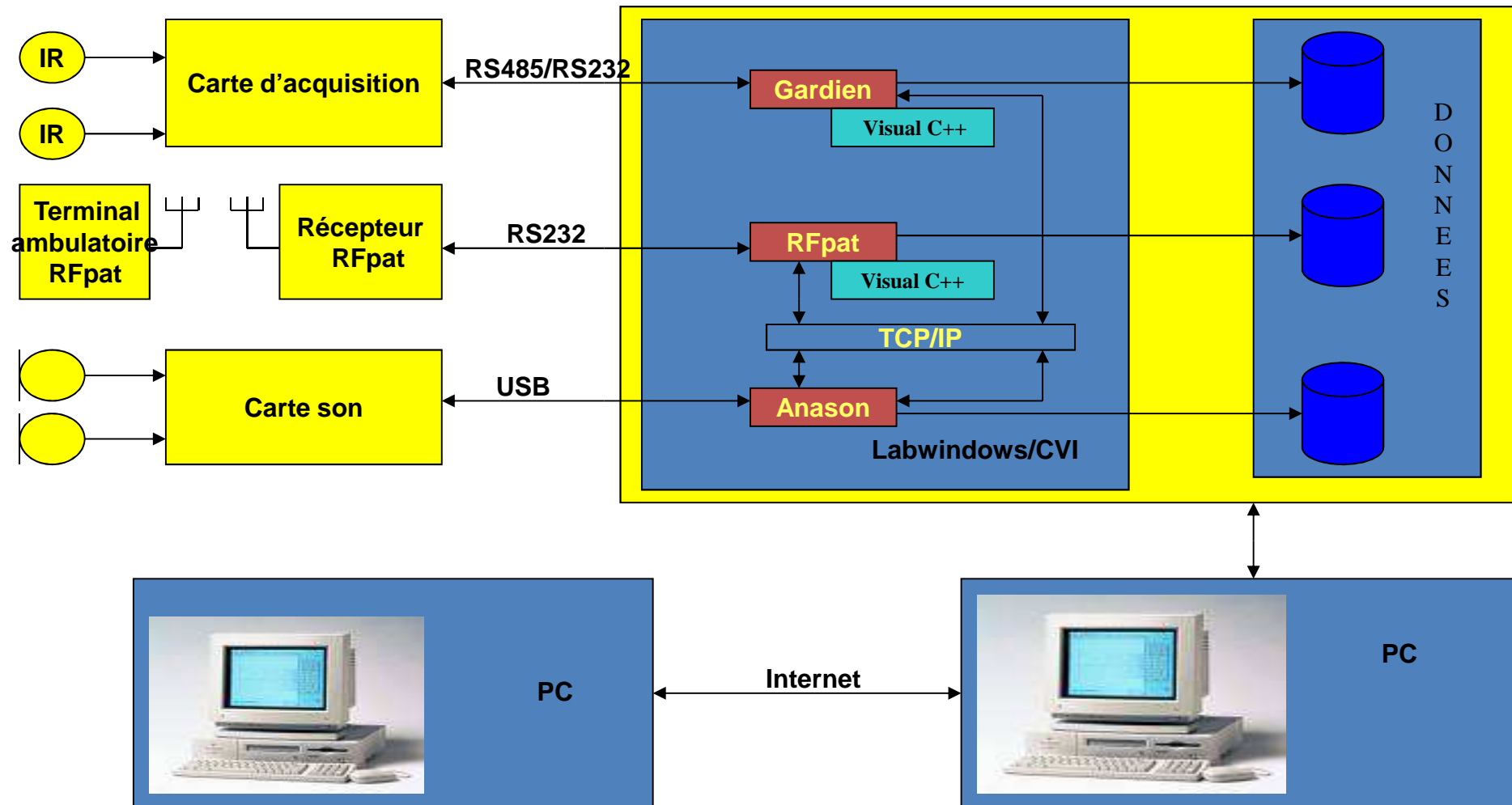


-  Microphone
-  Vertical infra-red sensor
-  Horizontal infra-red sensor
-  Server
-  Supervisor display
-  RFpat terminal

Systeme de Télégilance à TSP



Architecture logicielle (H. MEDJAHED, ESIGETEL-TSP-INSERM)



Fusion multimodale pour la Télévigilance

Thèse H. Medjahed-2010 (Esigetel - Telecom SudParis - Inserm)



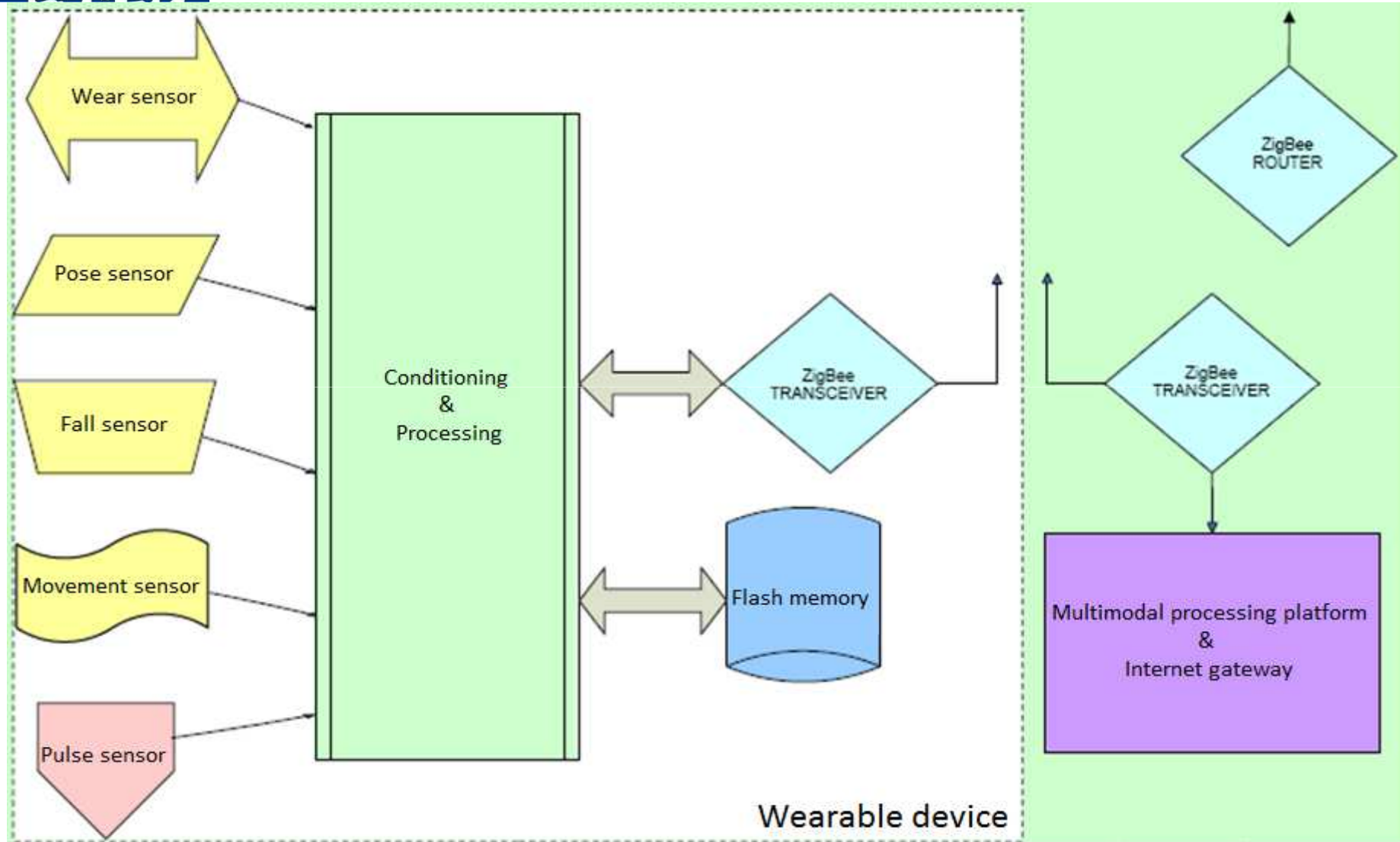
The screenshot displays the EMUTEMS3.1.1 software interface. The top menu bar includes File, Configuration, Scenario, Labeling, Simulation, FIS Tools, FIS Rules, FIS Run, and Help. The main interface is divided into several sections:

- Sound:** Includes a microphone icon, a 'Server TCP/IP' checkbox, and a 'Clust system activate' checkbox. The IP address is 129.88.45.25. A waveform graph shows amplitude over time (0 to 100).
- Vital Data:** Includes a 'Vital Data Format' section with fields for Time (14:23:03), Battery (Normal), Fall (Alongé), Posture (green), Alarm (green), Activity (5), Pulse (64), and Label (3). It also has 'RFpat', 'Display', and 'Process' buttons.
- Ambient Data:** Includes a 'Wired Sensors' section with a 'Wired Sensors' button and a 'Wireless Sensors' section with a 'Wireless Sensors' button. A central diagram shows a room layout with various sensor icons.
- FIS Decision:** Includes a 'FIS Decision' section with a red and white indicator. Below it are two graphs: 'Alarm Exit' (red and green curves) and 'Location Exit' (red and green curves). A table below the graphs shows the current decision:

Location	Rule ID	Decision	Level (%)	Rule ID
Kitchen	L4	Alarm	100	A3

At the bottom, there are status indicators for 'K Connected', 'G Connected', and 'A Connected', along with a 'Running' indicator.

Projet QuoVADis : Terminal Ambulatoire TSP-ASICA (1)





Projet QuoVADis : Terminal Ambulatoire TSP-ASICA (2)



De l'Analyse de la Démarche à l'évaluation du Risque de Chute (1)



Le Test de Tinetti

Le patient est assis sur une chaise sans accoudoirs

Equilibre assis sur la chaise

0 = se penche sur le côté, glisse de la chaise

1 = sûr, stable

Se lever

0 = impossible sans aide

1 = possible, mais nécessite l'aide des bras

2 = possible sans les bras

Tentative de se lever

0 = impossible sans aide

1 = possible, mais plusieurs essais

2 = possible lors du premier essai

Equilibre immédiat debout (5 premières secondes)

0 = instable (chancelant, oscillant)

1 = sûr, mais nécessite une aide technique debout

2 = sûr sans aide technique

Test de provocation de l'équilibre en position debout :

0 = instable

1 = stable, mais avec pieds largement écartés (plus de 10 cm) ou nécessite une aide technique

2 = pieds joints, stable

Poussées (sujets pieds joints, l'examineur le pousse légèrement sur le sternum à 3 reprises)

0 = commence à tomber

1 = chancelant, s'agrippe et se stabilise

2 = stable

Poussées (sujets pieds joints, l'examineur le pousse légèrement sur le sternum à 3 reprises)

Yeux fermés

0 = instable

1 = stable

Le patient doit se retourner de 360° :

Pivotement de 360°

0 = pas discontinus

1 = pas continus

Pivotement de 360°

0 = instable (chancelant, s'agrippe)

1 = stable

Le patient doit marcher au moins 3 mètres en avant, faire demi-tour et revenir à pas rapides vers la chaise. Il doit utiliser son aide technique habituelle (cane ou déambulateur)

Initiation de la marche (immédiatement après le signal du départ)

0 = hésitations ou plusieurs essais pour partir

1 = aucune hésitation

Longueur du pas : le pied droit balance

0 = ne dépasse pas le pied gauche en appui

1 = dépasse le pied gauche en appui

Hauteur du pas : le pied droit balance

0 = le pied droit ne décolle pas complètement du sol

1 = le pied droit décolle complètement du sol

Longueur du pas : le pied gauche balance

0 = ne dépasse pas le pied droit en appui

1 = dépasse le pied droit en appui

Hauteur du pas : le pied gauche balance

0 = le pied gauche ne décolle pas complètement du sol

1 = le pied gauche décolle complètement du sol

Symétrie de la marche

0 = la longueur des pas droit et gauche semble inégale

1 = la longueur des pas droit et gauche semble identique

Continuité des pas

0 = arrêt ou discontinuité de la marche

1 = les pas paraissent continus

Ecartement du chemin (observé sur une distance de 3 m)

0 = déviation nette d'une ligne imaginaire

1 = légère déviation, ou utilisation d'une aide technique

2 = pas de déviation sans aide technique

Stabilité du tronc

0 = balancement net ou utilisation d'une aide technique

1 = pas de balancement, mais penché ou balancement des bras

2 = pas de balancement, pas de nécessité d'appui sur un objet

Largeur des pas

0 = polygone de marche élargi

1 = les pieds se touchent presque lors de la marche

Le patient doit s'asseoir sur la chaise :

S'asseoir

0 = non sécuritaire, juge mal les distances, se laisse tomber sur la chaise

1 = utilise les bras ou n'a pas un mouvement régulier

2 = sécuritaire, mouvement régulier

SCORE MAXIMUM = 28 points

Total inférieur à 20 points : risque de chute très élevé

Total entre 20-23 points : risque de chute élevé

Total entre 24-27 points : risque de chute peu élevé, chercher une cause comme une inégalité de longueur des membres

Total à 28 points : normal

De l'Analyse de la Démarche à l'évaluation du Risque de Chute (2)



Tests CLINIQUES du RISQUE de CHUTE

Activities-Specific Balance Confidence Scale (ABC; [Powell and Meyers, 1995](#))

Berg Functional Balance Scale ([Berg, et al, 1992, 1996](#))

Tinetti Balance and Gait Assessment ([Tinetti, 1986](#))

Timed up and go (TUG) ([Mathias, 1986](#))

One-leg stance ([Fregly, 1968](#))

Functional reach (Duncan, et al 1992)

Balance Evaluation Systems Test (BESTest; [Horak et al., 2009, 2010](#))

Physiological Profile Approach (PPA) ([Lord, 1996](#))

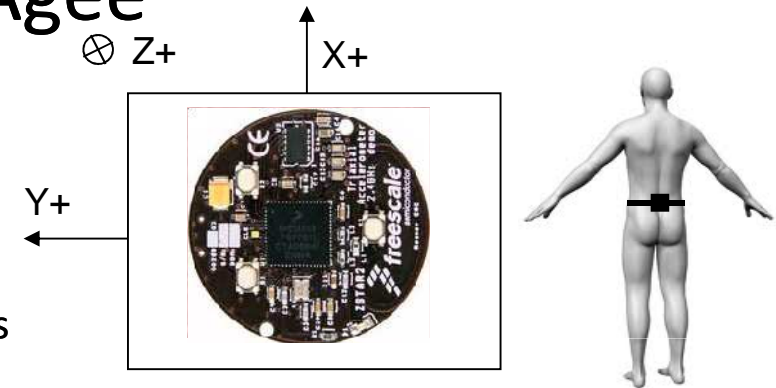
Analyse accélérométrique de la démarche (1)



1. Démarche de la Personne Âgée

2. 4 Scénarios:

- Marche normale de référence
- Marche avec claudication
- Marche très lente hésitante (avec et sans lunettes perturbant la vision)
- Marche très lente avec traînement des pieds

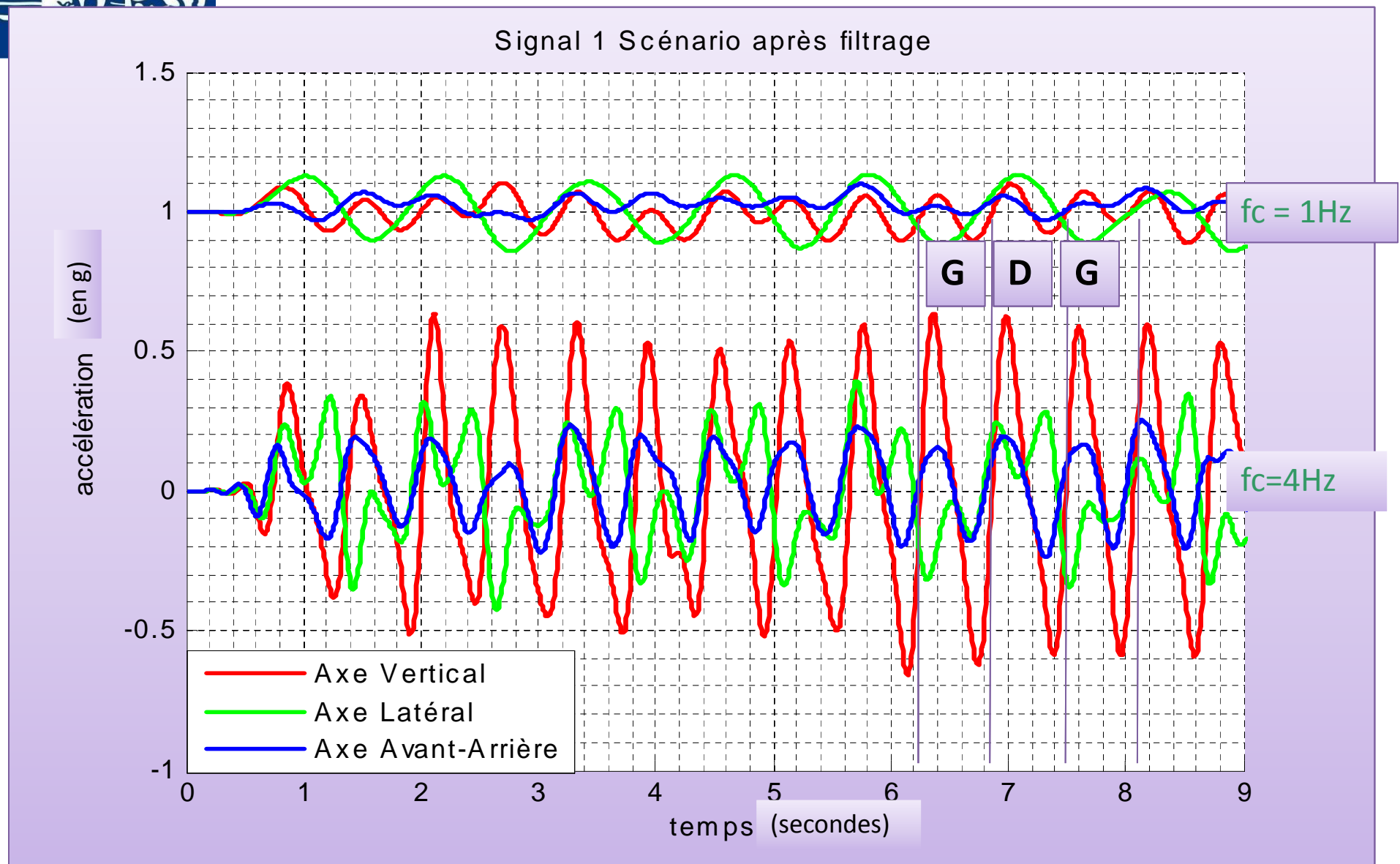


3. Enregistrement sur 10m

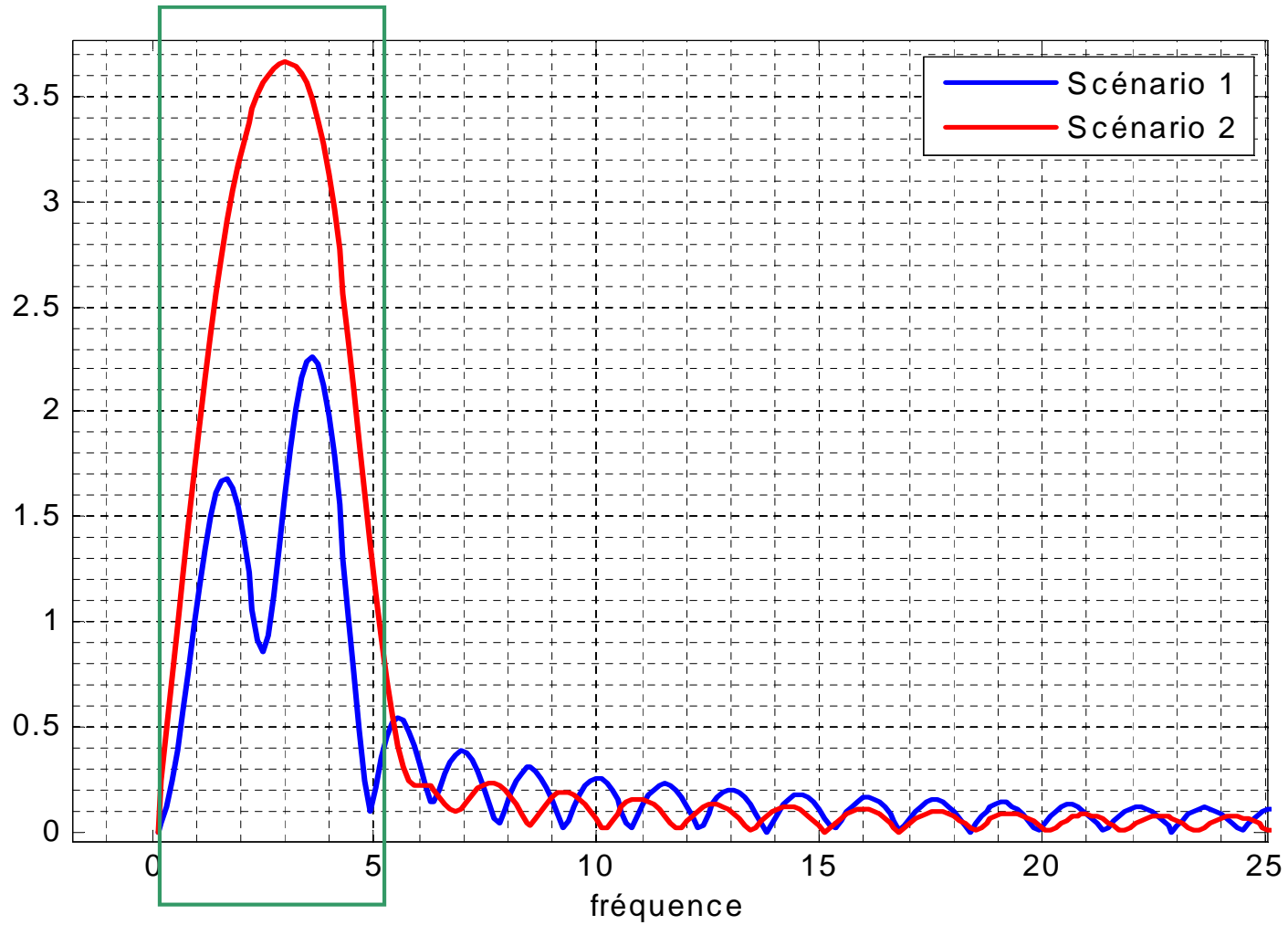
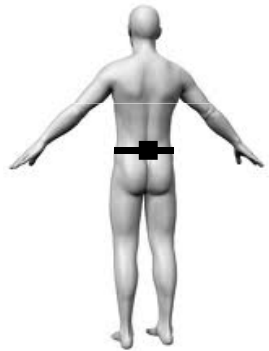
4. Observation puis segmentation des signaux

- Deux filtrages passe bas (1Hz, 4Hz)

Analyse accélérométrique de la démarche (2)



Analyse de la démarche



Fréquence de Troncature = 5.265Hz

Analyse de la Démarche & évaluation du Risque de Chute (1)



➤ Des tests statistiques (courbe ROC) effectués pour 100 personnes dont 50 (<74 ans>) sans et 50 (<79 ans>) avec risque de chute avéré ont permis de repérer les paramètres issus de l'analyse accélérométrique de la démarche (AGA) les plus corrélés au risque de chute d'après le score du test de Tinetti : (Cf. thèse R. J. Senden - 2013)

- vitesse de marche (podométrie)
- longueur du pas
- puissance (RMS) des variations du vecteur accélération
- fréquence des pas
- rapport harmonique (axes AP et CC, inversé pour ML) = $\frac{\sum_{n=1}^{10} Ax_{2n \cdot f_0}}{\sum_{n=2}^{10} Ax_{(2n-1) \cdot f_0}}$
caractérise la régularité de la démarche,
où $f_0 = 1/\text{durée de deux enjambées (à vitesse stabilisée)}$.

Ax_f = amplitude à la fréquence $k \cdot f_0$ de la composante d'accélération :

- Cranio-Caudale
- Médio-Latérale
- Antéro-Postérieure

(cf. Yack & Berger-1993)

Analyse de la Démarche & évaluation du Risque de Chute (2)

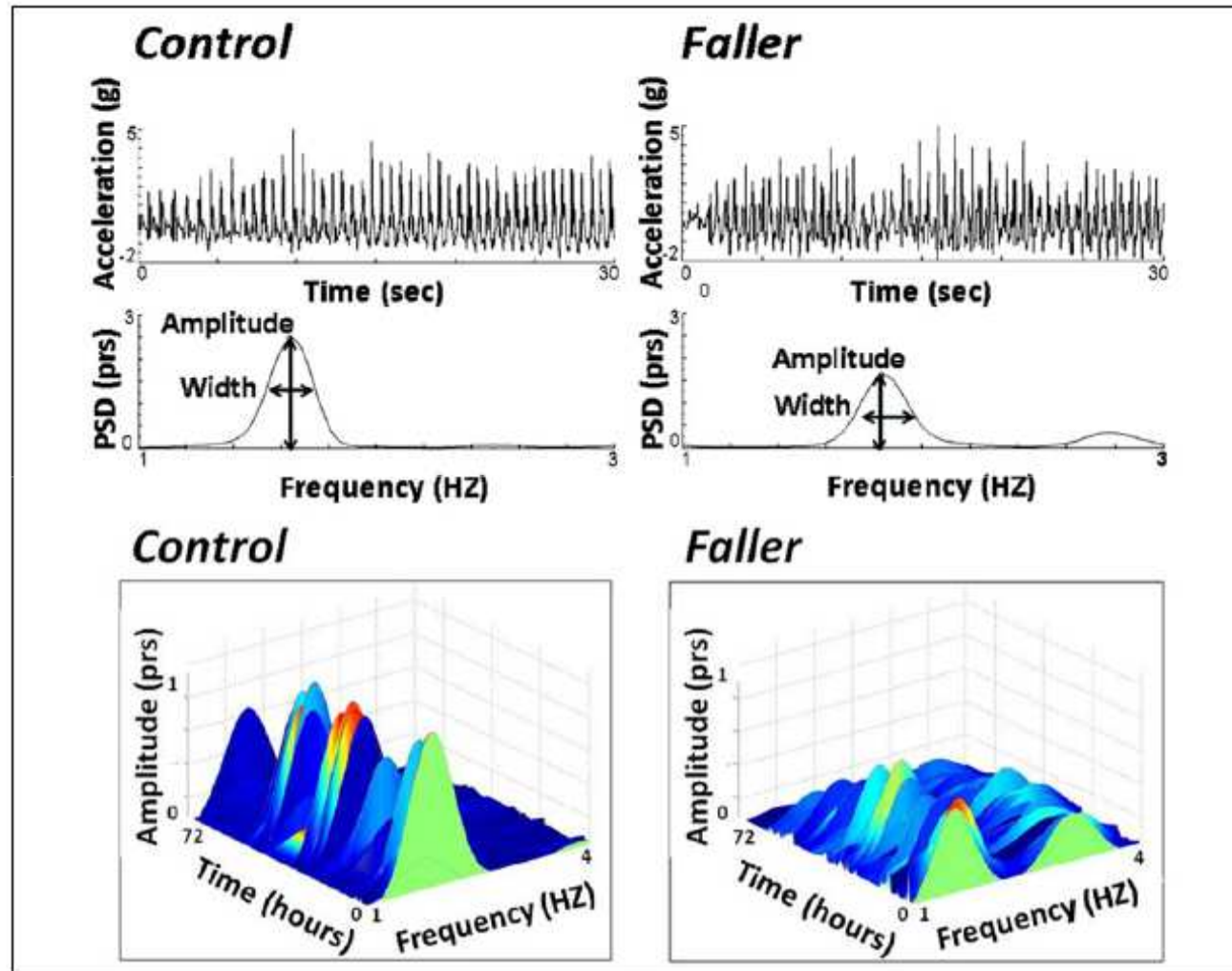


- Evaluation du risque de chute en la marche libre :
 - Plusieurs études ont testé dans la vie quotidienne (marche avec changements de direction) la pertinence des paramètres issus de l'analyse accélérométrique (3D) de la démarche pour l'évaluation du risque de chute. ([3])



Enregistreur Dynaport – (McRoberts)

Analyse de la Démarche & évaluation du Risque de Chute (3)



➤ Pour le 'chuteur', les accélérations sur 30s et leurs densités spectrales de puissance montrent une démarche moins régulière que pour le non-chuteur (*control*).

➤ Pour le 'chuteur', les spectrogrammes sur 72h montrent aussi, lors des marches, la réduction de l'amplitude du pic principal et la plus grande dispersion en fréquence de l'énergie que pour le non-chuteur (*control*).
([3])

Enregistrement typique de 30 s de l'accélération Antéro-Postérieure pour un chuteur et un non-chuteur (**Control**) (d'après l'historique des chutes).

Analyse de la Démarche & évaluation du Risque de Chute (4)

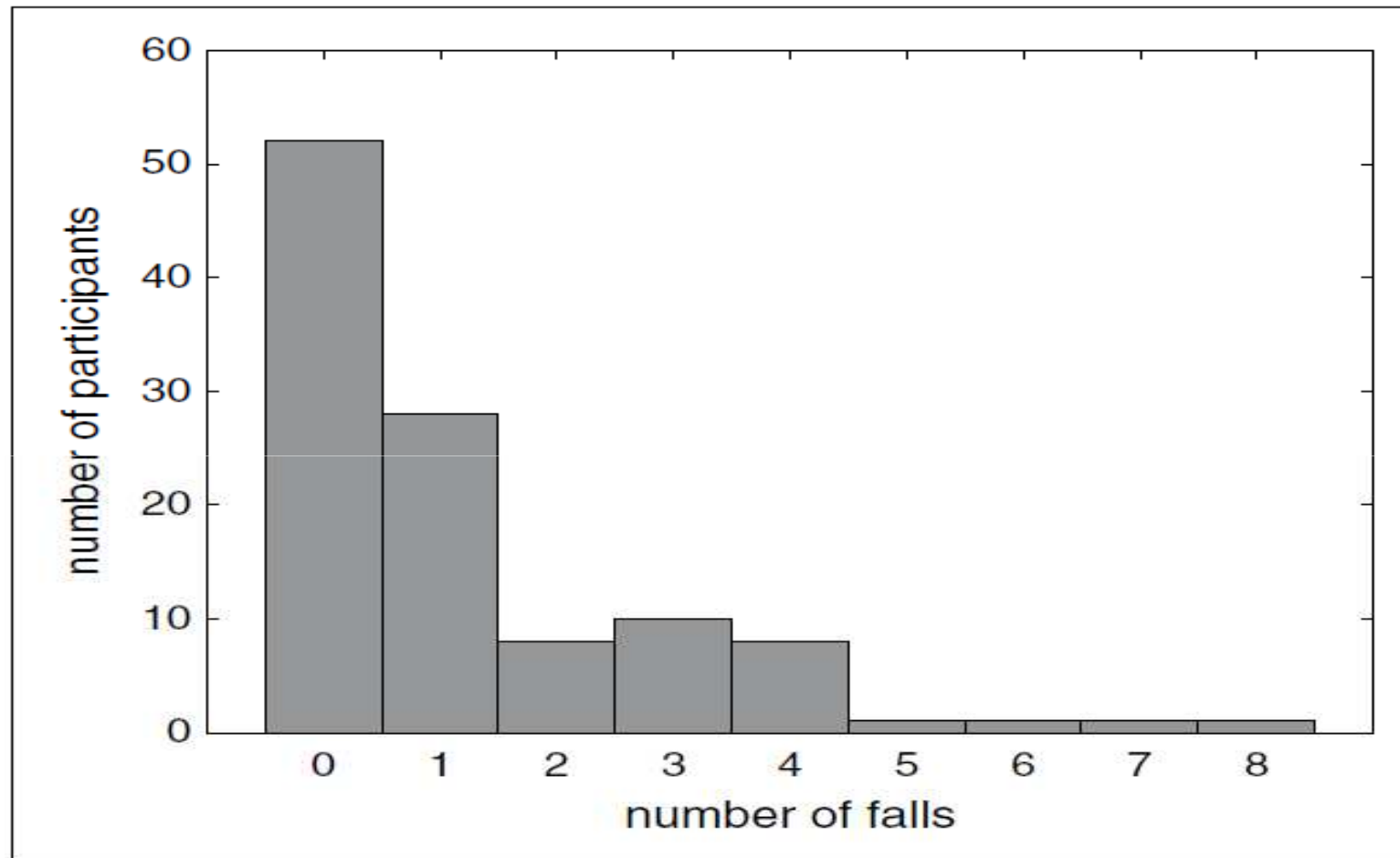


Figure Number of falls in the preceding year as reported by participants.

Analyse de la Démarche & évaluation du Risque de Chute ([4]) (5)



Gait Characteristics' Association With Fall History From Negative Binomial Regression and Reliability^a

	B (P)	ICC	B (P)	ICC	B (P)	ICC
Gait speed	-0.25 (.067)	0.83				
Speed variability	-0.07 (.60)	0.81				
Stride time	0.18 (.12)	0.91				
Stride regularity	-0.22 (.11)	0.73				
Stride time variability	0.24 (.074)	0.73				
Stride frequency	-0.16 (.19)	0.88				
	Vertical		Mediolateral		Anteroposterior	
Movement intensity	-0.15 (.28)	0.89	-0.09 (.50)	0.91	-0.15 (.28)	0.92
Stride frequency variability	0.05 (.70)	0.66	0.12 (.36)	0.65	0.22 (.070)	0.62
Gait symmetry (harmonic ratio)	-0.25 (.070)	0.80	-0.07 (.61)	0.79	-0.24 (.070)	0.77
Gait smoothness (index of harmonicity)	-0.37 (.004)	0.84	0.03 (.84)	0.83	0.10 (.46)	0.85
Low-frequency percentage	0.27 (.020)^b	0.81	0.44 (.003)^c	0.81	0.40 (.0006)^b	0.75
Local dynamic stability	0.30 (.021)	0.76	0.06 (.67)	0.84	0.13 (.36)	0.77
Local dynamic stability per stride	0.31 (.014)	0.83	0.16 (.16)	0.92	0.21 (.095)	0.83
Amplitude of dominant frequency	-0.30 (.026)	0.87	0.02 (.88)	0.81	-0.09 (.54)	0.79
Width of dominant frequency	0.22 (.11)	0.62	0.22 (.070)	0.80	0.32 (.066)	0.88
Slope of dominant frequency	-0.30 (.025)	0.86	0.00 (.99)	0.83	-0.14 (.32)	0.79
Acceleration range	-0.16 (.28)	0.89	-0.07 (.58)	0.91	-0.16 (.25)	0.88

Abbreviation: ICC, intraclass correlation coefficient absolute agreement.

^aEffect size B normalized to characteristic's standard deviation and P value. Characteristics with a fall-related association having a P value < .05 in bold.

^b0.7 Hz.

^c10 Hz.



Remerciements :

- [1] Evaluation of a threshold-based tri-axial accelerometer fall detection algorithm - A.K. Bourke , J.V. O'Brien b, G.M. Lyons – Gait & Posture 2007
- [2] Comparison of low-complexity fall detection algorithms for body attached accelerometers – M. Kangas, P. Lindgren, T. Jämsä - Gait & Posture 2008
- [3] Does the evaluation of gait quality during daily life provide insight into fall risk? A novel approach using 3-day accelerometer recordings - Aner Weiss, Marina Brozgol, Moran Dorfman, Talia Herman, Shirley Shema, Nir Giladi,, Jeffrey M. Hausdorff – Neurorehabilitation and Neural Repair, 2013
- [4] Identification of fall risk predictors in daily life measurements: gait characteristics' reliability and association with self-reported fall history – S. M. Rispens, K. S. van Schooten, M. Pijnappels, A. Daffertshofer, P. J. Beek, J. H. van Dieën - Neurorehabilitation and Neural Repair, 2015



Merci de votre attention

Analyse accélérométrique 3D de la démarche



Functionality of the DynaPort MoveTest

MOVETEST

Hardware:

DynaPort Hybrid

Software:

Dyrector

Modules:

Gait

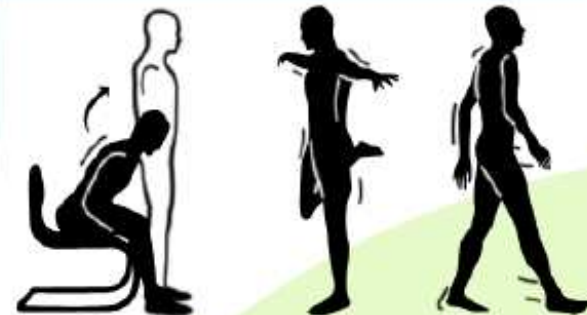
Timed Up and Go

Sway

SPPB

Sit to Stand

6 Minute Walk



mcroberts moving technology

COM
SudParis



Projets de recherche avec IMT/TSP en Télévigilance



- **Projet ACI-Ville : MEDIVILLE (2001-2003)**
- **3 Projets RNTS puis ANR-TecSan :**
 - TelePat (2003 - 05→06) : Télévigilance
 - Tandem (2006 - 08→09) : Thérapie cognitive et sécurité à domicile
 - QuoVadis (2008 - 10→11) : Sécurité multimodale (capteurs sur la personne, domotiques et robot)
- **2 Projets de coopération internationale (échanges) :**
 - SAFETI-IE4IL (2007 - 10→11) : France et Afrique du Sud
 - Brancusi (2009 - 11) : France et Roumanie
- **Projet IST-FP7 CompanionAble :**

Combinaison du Smart Home (terminal porté + capteurs domotiques) et du Robot Compagnon (2008-11→12)
- **Projet AAL vAssist : Voice Controlled Assistive Care and Communication Services for the Home (2012-14)**

Perspectives à moyen & long-terme



- **Télévigilance Médicale appelée à faire partie d'applications plus générales comme la domotique et l'assistance robotique, déjà appelées à se combiner**
 - => Robot Compagnon dialoguant avec son maître (le patient) mais aussi veillant à son confort et sa sécurité grâce à une communication généralisée entre capteurs et modalités de tout type
- **Combinaison/Fusion/Adaptation des données et paramètres domotique/patient par des approches de type Fusion/Fouille de données et Context Awareness Adaptation**
 - => Intelligence Ambiante et Nomade
- **Axes de recherche importants pour l'IMT sur l'application des TIC, des capteurs et de l'informatique réseau à la Santé**
 - => Engendre des projets transversaux intra- et inter-écoles faisant appel à des compétences variées et très techniques

Quelques publications (1)



- Capteurs pour la télésurveillance médicale, Capteurs, algorithmes et réseaux, *N. Noury, A. Fleury, R. Nocuaa, J. Poujaud, C. Gehin, A. Dittmar, G. Delhommea, J. Demongeot, E. McAdama – 04/2009 – Elsevier Masson*
- Epidermal Electronics, *Dae-Hyeong Kim, Nanshu Lu, Rui Ma, Yun-Soung Kim, Rak-Hwan Kim, Shuodao Wang, Jian Wu, Sang Min Won, Hu Tao, Ahmad Islam, Ki Jun Yu, Tae-il Kim, Raheed Chowdhury, Ming Ying, Lizhi Xu, Ming Li, Hyun-Joong Chung, Hohyun Keum, Martin McCormick, Ping Liu, Yong-Wei Zhang, Fiorenzo G. Omenetto, Yonggang Huang, Todd Coleman, John A. Rogers† - 09/2011*
(www.sciencemag.com)
- Fall Detection by Built-In Tri-Accelerometer of Smartphone, *Yi He, Ye Li, IEEE Member, and Shu-Oi Bao, IEEE Member - Proceedings of the IEEE-EMBS International Conference on Biomedical and Health Informatics (BHI 2012) Hong Kong and Shenzhen, China, 2-7 Jan 2012*
- Fall Detection with Three-Axis Accelerometer and Magnetometer in a Smartphone, *Soo-Young Hwang, Mun-Ho Ryu, Yoon-Seok Yang and Nak-Bum Lee – 10/2012*

Quelques publications (2)



- Accurate, Fast Fall Detection Using Gyroscopes and Accelerometer-Derived Posture Information, *Qiang Li, John A. Stankovic, Mark Hanson, Adam Barth, John Lach* University of Virginia – *Wearable and Implantable Body Sensors Network, 06/2009*
- Techniques d'évaluation à domicile de la qualité de l'équilibre et de la force de préhension chez la personne âgée en perte d'autonomie, *V. Michel-Pellegrino, K. Li, D. Hewson, J.-Y. Hogrel, J. Duchêne* – Elsevier Masson – 11/2009
- Falls Prevention in the Home : Challenges for New Technologies, *Rose A. Kenny, Clíodhna Ni Scanail, Michael McGrath*
- Ambulatory Gait Analysis : Clinical applications and fall risk detection, *Rachel H J Senden, Maastricht University, Thesis (29/05/2013).*
- Dynamic Stability in the Elderly: Identifying a possible measure – *H. John Yack, Roseanne C. Berger* Journal of Gerontology: *Medical Sciences (1993)*
- *Review of Clinical Applications with Human accelerometry* – *M. Chang* – *Datalogisk Institut – University of Copenhagen*